

# Entwurf MC-gesteuerter Produkte und Anlagen

*Entwicklungsphasen, Spezifikationsmittel,  
Methodisches Vorgehen, Dokumentation*

*Prof. Dr.-Ing. Udo Piller*

*Prof. Dipl.-Ing. Wilhelm Nüchel*



***Technische Akademie Wuppertal***

**vde-verlag gmbh** · Berlin · Offenbach



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung</b> . . . . .	9
1.1	Problematik beim Umgang mit Mikrocomputern . . . . .	9
1.2	Wesen und Notwendigkeit von Spezifikationen . . . . .	10
1.3	Zielsetzung des Buches . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Überblick über einen Entwicklungsablauf</b> . . . . .	13
2.1	Phasen der Entwicklung . . . . .	13
2.2	Übersicht über Spezifikationsmittel . . . . .	16
2.3	Genereller Aufbau eines MC-gesteuerten Produkts oder Systems . . . . .	17
2.3.1	Beispiel für ein MC-gesteuertes Produkt . . . . .	18
2.3.2	Funktionale Struktur von MC-gesteuerten Produkten und Anlagen . . . . .	19
2.3.2.1	Modularer Aufbau von Hardware . . . . .	20
2.3.2.2	Modularer Aufbau von Software . . . . .	21
2.4	Entwurfsverfahren . . . . .	21
<b>3</b>	<b>Darstellungen von Blockschaltbildern nach SADT</b> . . . . .	25
3.1	Entwicklung und Darstellung der Funktionsstruktur . . . . .	27
3.2	Darstellung der Datenstruktur . . . . .	32
3.3	Entwurfsbeispiel . . . . .	33
3.4	Bewertung der SADT-Methode . . . . .	36
3.5	Übungen . . . . .	37
<b>4</b>	<b>Darstellung von Folgen</b> . . . . .	39
4.1	Syntaxdiagramme und ihre Symbolik . . . . .	39
4.2	Anwendungen . . . . .	40
4.3	Abarten . . . . .	43
4.4	Übungen . . . . .	47
<b>5</b>	<b>Darstellung von Zeit- und Kommunikationsabläufen</b> . . . . .	51
5.1	Anforderungen an logische und signaltechnische Darstellungen . . . . .	51
5.2	Strichdiagramme und ihre Symbolik . . . . .	52
5.3	Anwendungen . . . . .	54
5.4	Erweiterte Zeitlinien-Diagrammdarstellungen . . . . .	58
5.5	Übungen . . . . .	62
<b>6</b>	<b>Darstellung von Funktionsabläufen</b> . . . . .	65
6.1	Konkurrenz vieler Darstellungsarten . . . . .	65
6.2	Flußdiagramme und Programmablaufpläne . . . . .	66
6.2.1	Allgemein bekannte Strukturelemente . . . . .	66

6.2.2	Bewertung	66
6.3	Baumdiagramme nach Jackson	68
6.3.1	Alle Strukturelemente	68
6.3.2	Bewertung	70
6.4	Struktogramme und Semantische Logik	71
6.4.1	Alle Strukturelemente	71
6.4.2	Bewertung	72
6.5	Zustandsdiagramme und Zustandstabellen	74
6.5.1	Unterschied zwischen strukturierter Programmierung und freier Ablaufplanung	74
6.5.2	Alle Strukturelemente des Zustandsdiagramms	76
6.5.3	Methodik des Arbeitens mit Zustandsdiagrammen	78
6.5.4	Zustandstabellen	79
6.5.5	Bewertung	81
6.6	Entscheidungstabellen	81
6.7	Funktionspläne	82
6.7.1	Einige Strukturelemente	83
6.7.2	Bewertung	84
6.8	Vergleich der Funktionsablaufdarstellungen	84
6.9	Übungen	94
<b>7</b>	<b>Methodische Hilfsmittel bei der Informationsgewinnung und Problemanalyse</b>	<b>97</b>
7.1	Entwicklungsphase Informationsgewinnung/Problemanalyse	97
7.1.1	Zielsetzung	98
7.1.2	Teilphasen	98
7.2	Methodische Hilfsmittel	101
7.2.1	Arbeitsbesprechungen	101
7.2.2	Brainstorming	102
7.2.3	Black-box-Methode	103
7.2.4	Listenverfahren	103
7.2.4.1	Merkmalliste	103
7.2.4.2	Checklisten	104
7.2.4.3	Anforderungsliste	104
7.2.4.4	Informationssammlung	107
7.2.5	Morphologischer Kasten	109
7.3	Übung	111
<b>8</b>	<b>Entwurfsablauf</b>	<b>113</b>
8.1	Entwurf als fortlaufende Spezifikation	113
8.2	Inbetriebnahme und Test als Abprüfung der Spezifikation	115
8.3	Produkt- bzw. Anlagenspezifikation	115
8.3.1	Schnittstelle Mensch—Bedienfeld	116
8.3.2	Fernbedienungsspezifikation	118
8.3.3	Schnittstellen Steuerung—Sensor und Steuerung—Aktor	118

8.3.4	Weiteres Vorgehen .....	120
8.4	Funktionaler Entwurf .....	121
8.5	Darstellung parallel laufender Prozesse .....	124
8.6	Übungen .....	127
<b>9</b>	<b>Aufzugsteuerung als Beispiel eines Anlagenentwurfs</b> .....	129
9.1	Übung .....	179
9.2	Übung .....	186
<b>10</b>	<b>Besondere Aspekte beim Entwurf</b> .....	205
10.1	Einsatz von höheren Programmiersprachen und Betriebssystemkernen .....	205
10.1.1	Wahl der Programmiersprache .....	205
10.1.2	Einsatz von Betriebssystemkernen .....	206
10.2	Maßnahmen zur Erhöhung der Funktionssicherheit .....	209
10.2.1	Fehlerursachen .....	209
10.2.2	Maßnahmen zur Verbesserung der Zuverlässigkeit .....	210
10.3	Leistungsfähige Entwicklungsumgebung .....	212
10.3.1	Emulator .....	214
10.3.1.1	Aufgaben und Funktionen des Emulators .....	214
10.3.1.2	Echtzeit-Ablaufverfolgung .....	215
10.3.2	Logikanalyse .....	217
10.3.2.1	Logikzustandsanalyse .....	217
10.3.2.2	Logikzeitanalyse .....	217
10.3.3	Software-Analyse .....	218
10.3.4	Weitere Merkmale leistungsfähiger Entwicklungssysteme .....	218
10.4	Dokumentation .....	218
10.4.1	Anforderungen an eine Produktentwicklungsdokumentation .....	218
10.4.2	Qualitätssicherung durch die entwurfsbegleitende Dokumentation .....	221
10.4.3	Dokumentation für andere Zielgruppen .....	223
10.4.4	Perspektiven der Dokumentationserstellung und -verwaltung .....	224
<b>11</b>	<b>Anhang: Lösungen zu den Übungsaufgaben</b> .....	227
<b>12</b>	<b>Literatur</b> .....	251
<b>13</b>	<b>Sachverzeichnis</b> .....	253